

高温超伝導テラヘルツ波発振素子からの 30 μ W 級発振30 μ W THz source by a high- T_c superconductor mesa structure

筑波大数理物質

○関本俊佑, 南英俊, 渡辺千春, 中出蔵馬, 北村健郎, 石田和也,
浅沼健太郎, 安居昂紀, 山本卓^[a], 柏木隆成, 門脇和男

Univ. of Tsukuba

○S. Sekimoto, H. Minami, C. Watanabe, K. Nakade, T. Kitamura, K. Ishida,
K. Asanuma, T. Yasui, T. Yamamoto, T. Kashiwagi, K. KadowakiE-mail s-sekimoto@ims.tsukuba.ac.jp

固有ジョセフソン接合系高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (Bi2212) をメサ型に加工し、 c 軸方向に電流を印加することで単色かつ安定で連続的な THz 帯の電磁波が発振する^[1]。この発振現象は交流ジョセフソン効果とメサ構造による空洞共振効果が同時に満たされる時、特に強い発振が起こる。この発振素子は一般的に大きな超伝導基板を有しているが、これを取り除いた単独メサ構造では出力が飛躍的に増すことが理論的に示唆され^[2]、実験的にも最高レベルの出力をもつ安定かつ再現性のよい発振が得られている^[3]。しかしながら作製が難しいなどいくつか問題点がある。そこで本研究は、メサ下部の超伝導基板を薄くし部分的に取り除くことで作成プロセスを簡略化するとともに、単独メサ構造に近い形とし、高出力化を目指した。

素子の概形を図 1 に記す。素子の特徴としてはメサ下部の超伝導基板の厚さが非常に薄く、メサの高さとほぼ等しいこと、一部が取り除かれていることがあげられる。図 2 にホットエレクトロン THz 波検出器の出力の各温度における最大値を記す。単独メサ構造と同様に広い温度範囲で発振が得られている。これは超伝導基板が薄いために素子で発生した熱をうまく逃すことができているためであると考えられる。55 K で最も強い発振が観測され、校正された複数の検出器の出力と放射分布から発振強度は $\sim 30 \mu\text{W}$ と見積もられた。高温、低電流の条件下ではメサ内部の温度は比較的均一であることから^[4]、発振強度には発振に関与しているジョセフソン接合の枚数だけでなく、超伝導電流が流れる面積も重要であることが示唆される。

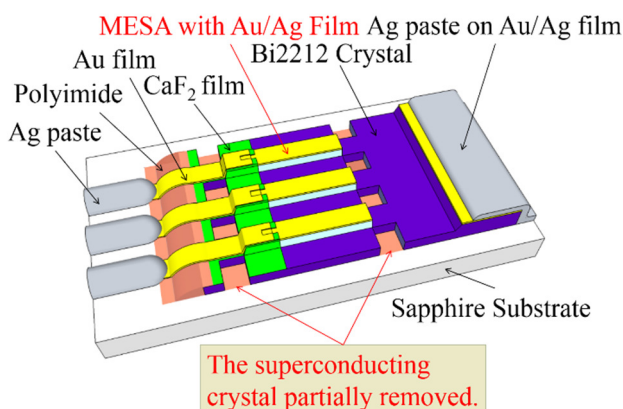


図 1 作製したサンプルの模式図

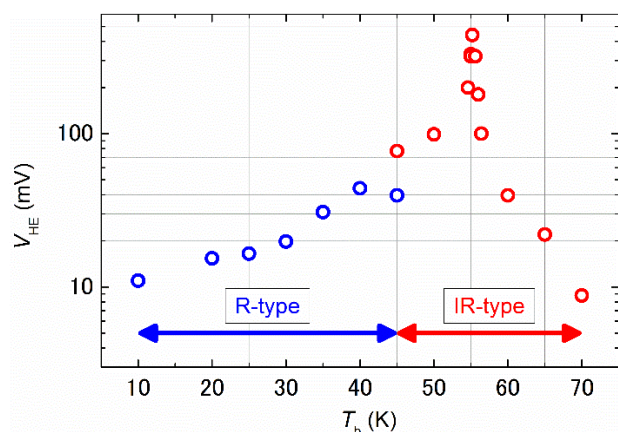


図 2 ホットエレクトロン検出器の出力の各温度における最大値

- [1] L. Ozyuzer, *et al.*, Science, 318, 1291 (2007). [2] Richard A. Klemm, *et al.*, J. Phys: Condensed Matter, 22, 375701 (2010).
[3] 山本卓 日本物理学会 2010 年秋季大会 口頭発表(26aXP-9) [4] 南英俊 応用物理学会 2012 年秋季大会 口頭発表(13a-A1-7)
[a] 現在の所属は物質材料研究機構。